EMBRIOLOGIA VESTIBULAR

O aparato vestibular desenvolve-se por volta da terceira semana de vida. O sistema endolinfático é derivado do placódio ótico (Fig 1), condensação ectodérmica que nasce na região paraoccipital, ao lado do tubo neural e inicia uma invaginação para dentro do mesoderma, formando uma gota (fosseta ótica) que mergulha e posteriormente, se fecha para formar o otocisto na 4ªsem, que em sua caminhada para se posicionar medialmente à orelha média, vai se diferenciando em divertículos que resultarão, futuramente, na cóclea, saco endolinfático e nos canais semicirculares. Por volta da 6 semana os núcleos vestibulares centrais são formados e projetados para os endoórgãos. As células ciliadas estão maduras na 9 semana.

Na região vestibular, formam-se duas formações saculares: o utrículo, em contato com os canais semicirculares; e o sáculo, unido à cóclea por um estreito canal, o *ductus reuniens*. Dentro dessas formações, serão encontradas as máculas do sáculo e do utrículo, com suas otocônias, relacionadas ao equilíbrio estático.

<u>Cápsula ótica</u>: configuração marmórea (o que o torna o osso mais duro do corpo humano), perdurando durante toda a vida com o mesmo tamanho. É um osso condrocrânio, ou seja, antes de se calcificar é moldado em cartilagem. A cápsula ótica engloba a orelha interna dando-lhe proteção. Em torno do sistema endolinfático, há rarefação da cápsula ótica com a formação de um espaço chamado de sistema perilinfático, que se comunica com o



Fig 1. Desenvolvimento do sistema endolinfático da orelha interna. a = placódio ótico; b = fosseta ótica; c = otocisto; d = otocisto diferenciando-se (notar absorção da porção interna dos discos para formar os CSC); e = sistema endolinfático completo; u = utrículo; s = sáculo; esc canais semicirculares; c = cóclea; se = saco endolinfático; dr = ductus reuniens.

espaço liquórico intracraniano por meio do aqueduto. São agora, dois sistemas tubulares, um dentro do outro e ambos envoltos pela cápsula ótica. O sistema perilinfático está em contato com a orelha média por intermédio das janelas: oval, fechada pela platina do estribo; e a redonda, ocluída por uma membrana. Essa origem cartilaginosa da cápsula ótica é responsável pela presença da chamada *fissula ante fenestram*, resquício de tecido cartilaginoso, próximo à janela oval e responsável pelo eventual comprometimento otospongiótico local.

<u>Sistema Nervoso da Orelha Interna</u>: Na 3ª sem o epitélio sensorial se desenvolve a partir do ectoderma. Na migração do otocisto, parte dele se libera para formar os primórdios do gânglio esteatoacústico (Fig 2), que incorpora também células da crista neural. Esse gânglio inicialmente tem duas porções: uma superior e outra inferior. Da superior e parte da inferior se originará o gânglio vestibular; da inferior o gânglio espiral. O primeiro emitirá axônios periféricos para as ampolas dos CSC e para as máculas do utrículo e sáculo, e axônios eferentes para o SNC (nervo vestibular). Do gânglio espiral, partem axônios

periféricos, sendo 95% para as células ciliares internas e 5% para as células ciliares externas. Axônios aferentes partem para os núcleos centrais do tronco cerebral (nervo coclear). Dentro do CAI, mais lateralmente, os nervos cocleares e vestibulares seguem um pequeno trecho separadamente para depois se juntarem para formar o nervo vestibulococlear (VIII NC); ainda dentro do CAI encontram-se com o nervo facial.

O nervo vestibulococlear é dividido em ramos vestibular e coclear. O gânglio vestibular tem duas partes:

- Vestibular superior: supre os CSCs superior e lateral, bem como o utrículo.
- Vestibular inferior: inerva o CSC posterior (via nervo singular) e o sáculo

A formação do conduto auditivo interno (CAI) se dá pela ossificação do tecido condral adjacente, e esse processo é estimulado pela presença dos nervos no interior desse tecido, criando um conduto para contê-los. Dessa forma, a agenesia ou estenose do CAI é decorrente da ausência primária desse conjunto nervoso, e não o contrário. O mesmo ocorre na formação do labirinto ósseo. O tecido condral ossifica-se ao redor do labirinto membranoso. Portanto, um labirinto ósseo bem formado pressupõe um labirinto membranoso morfológicamente normal.

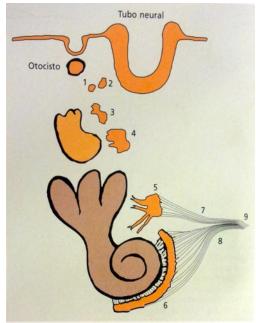


Fig 2. 1 = células provenientes do otocisto; 2 = células provenientes da crista neural; 3 e 4 = gânglio vestibulococlear; 5 = gânglio vestibular; 6 - gânglio espiral; 7 = nervo vestibular; 8 = nervo coclear; 9 = Vi nervo craniano

ANATOMIA VESTIBULAR

A orelha interna localiza-se na parte petrosa do osso temporal chamada de cápsula ótica ou labiríntica.

O sistema vestibular é uma estrutura óssea no osso temporal que contem em seu interior estruturas membranosas, que são o sáculo, utrículo e os três canais semicirculares.

Labirinto = orelha interna

Porção óssea // perilinfa // porção membranosa // endolinfa

Anterior: cóclea (óssea) -> ducto coclear (correspondente membranoso)

Posterior: canais semicirculares -> ductos semicirculares

vestíbulo -> sáculo e utrículo

Existem três canais semicirculares: superior (ou anterior), posterior e lateral (ou horizontal). Esses CSC ocupam os três eixos ortogonais do espaço, formando ângulos retos uns com os outros. Cada canal corresponde a 2/3 de um círculo, descrevendo um arco de 240°, e a secção transversa tem diâmetro de 0,8 a 1mm. Cada canal possui um ramo simples e um ampular, em cuja extremidade há uma dilatação denominada ampola que mede cerca de 1,5mm de diâmetro. O canal lateral é inclinado com o plano horizontal em cerca de 30 graus. Os canais superior e posterior estão 45 graus com o plano sagital.

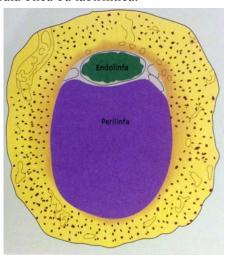


Fig 3. Canal semicircular seccionado transversalmente para mostrar que o ducto semicircular (preenchido por endolinfa) ocupa menos de ¼ do lúmen do canal, em sua maior parte preenchido com perilinfa

Apesar de serem três canais, apenas 5 orifícios abrem-se no vestíbulo, pois o ramo simples do CSC anterior se junta com o ramo simples do CSC posterior para formar um pilar ósseo comum (*ramo comum*). Os canais semicirculares são parcialmente ocupados pelos ductos semicirculares do labirinto membranáceo e pela perilinfa circulante no labirinto ósseo.

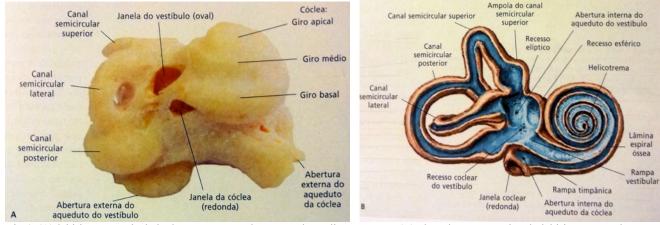


Fig 4. (A) labirinto ósseo isolado da parte petrosa do temporal por dissecção. Em (B), desenho esquemático do labirinto ósseo aberto.

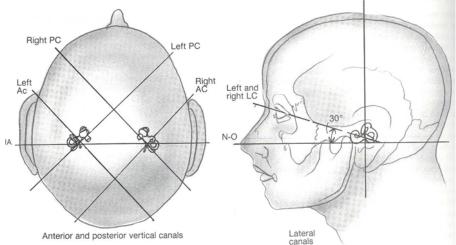


Fig 5. Eixos dos canais semicirculares

CSC anterior: dispõe-se transversalmente ao eixo maior da parte petrosa do osso temporal correspondendo, seu arco, aproximadamente à *eminência arqueada*. Esse canal mede cerca de 15 a 20mm de comprimento. Seu ramo ampular abre-se

na parte superior e lateral do vestíbulo, enquanto o ramo simples une-se com o ramo simples do CSC posterior para formar o *ramo comum* de 5mm de comprimento e que se abre na face medial do vestíbulo.

CSC posterior: também é vertical, porém quase paralelo à face posterior da porção petrosa. Mede entre 18 e 22mm de comprimento e seu ramo ampular abre-se na parte inferior do vestíbulo. A ampola desse canal corresponde ao seio timpânico da TC e os nervos da ampola chegam chegam pela mácula crivosa inferior que, no fundo do CAI, corresponde ao forame singular. O ramo simples desse canal junta-se com o correspondente do superior para formar o ramo comum, conforme descrito anteriormente.

CSC lateral: é o mais curto dos três, mede de 12 a 15mm de extensão e tem seu arco dirigido horizontalmente para trás e para fora. Seu ramo ampular abre-se no ângulo superolateral do vestíbulo e o ramo simples abre-se abaixo da abertura do rmo comum.

O CSC lateral de um lado ocupa o mesmo plano do CSC lateral do outro lado, enquanto o CSC superior de um lado é praticamente paralelo ao CSC posterior do outro.

Atuam aos pares: Laterais \rightarrow sensíveis à movimentação cefálica horizontal

Anterior + posterior oposto \rightarrow sensíveis à movimentação em rotação

Posterior + anterior oposto para baixo e para cima

Labirinto membranáceo: conjunto de vesículas e ductos preenchidos por endolinfa, circundado pelo espaço perilinfático dentro do labirinto ósseo.

- ☐ Utrículo
- ☐ Sáculo
- ☐ Ducto e saco endolinfáticos
- ☐ Três ductos semicirculares
- ☐ Ducto coclear

As várias partes desse labirinto formam um sistema fechado de condutos que se comunicam entre si; assim os ductos semicirculares abrem-se no utrículo e este se continua com o sáculo através do ducto utriculosacular, que também se liga ao ducto endolinfático, que se estende até o saco endolinfático. O sáculo une-se ao fundo de saco (cecum vestibular) do ducto coclear pelo ducto de reunião (ducto reuniens).

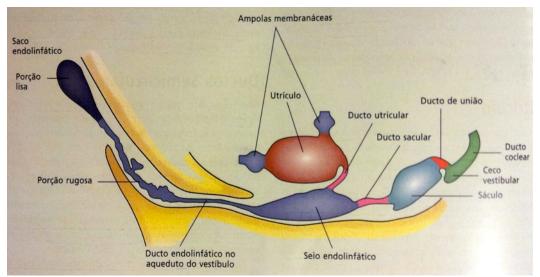


Fig 6. Representação esquemática de todo o órgão da orelha com destaque para o labirinto membranáceo

Os órgãos otolíticos são o sáculo e o utrículo, os quais são sensíveis à aceleração linear.

Utrículo: está no recesso elíptico da parede medial do vestíbulo e é orientado no plano horizontal, sendo a maior das duas vesículas que se localizam no vestíbulo. A parte do utrículo alojada no recesso elíptico é um fundo de saco. Lá ele ele está firmemente preso por tecido conjuntivo e pelos filetes nervosos do ramo utricular da divisão vestibular do nervo vestibulococlear que procedem da mácula utricular (órgão sensorial utricular). Da face anteromedial do utrículo nasce um fino tubo, o *ducto utriculosacular*, o qual se comunica com o *sáculo* e com o *ducto endolinfático*.

Sáculo: orientado no plano vertical, apóia-se no recesso esférico da parede medial do vestíbulo junto à abertura da rampa vestibular da cóclea, sustentado por tecido fibroso e pelos filetes do ramo sacular da divisão vestibular do VIII nervo craniano que se originam na mácula. O *sáculo* liga-se ao *ducto coclear* através do *ducto de reunião*.

Ducto endolinfático: nasce da junção dos ductos utricular e sacular, comparável a um Y – onde os ramos superiores representam os ductos utricular e sacular e o ramo inferior, o *ducto endolinfático* – que se dirige medial e inferiormente dentro do aqueduto vestibular para terminar numa dilatação, o *saco endolinfático*, situado dentro da dura-máter, à meia distância entre o CAI e o SS, isto é na abertura do aqueduto vestibular.

Ductos semicirculares: são três tubos que se abrem no utrículo por 5 orifícios. Cada ducto apresenta uma extremidade ampular e outra não ampular ou simples, que se abrem no utrículo. Nas ampolas, nota-se a parede espessada que se projeta no interior do lúmen como uma constrição em forma de número 8, o septo transverso, cuja parte mais proeminente constitui a *crista ampular*.

Estrutura dos ductos semicirculares, do utrículo e do sáculo.

- As paredes dessas estruturas são formadas por três camadas
 - Camada externa: tecido fibroso frouxo que contém vasos sanguíneos e células pigmentadas, no epsaço perilinfático, em contato com o periósteo do labirinto ósseo
 - Camada média: vascularizada, representada por fibras conjuntivas, com projeções papiliformes nos ductos semicirculares
 - o Camada interna: epitélio simples apoiado sobre membrana basal
- Entre cada crista e a parede lateral da ampola há uma área de epitélio alto que em secção transversa tem forma de meia lua e por isso é denominado plano *semilunado*.
- Os epitélios das áreas não especializadas do labirinto membranáceo apresentam células claras e escuras, de
 estrutura bem diferente. Algumas áreas do epitélio do utrículo e das paredes das ampolas dos canais
 semicirculares consistem de células escuras que se assemelham às células dos epitélios como dos túbulos
 renais, do ducto parotídeo e de glândulas secretoras. Sugere-se que as células escuras estão relacionadas
 com o controle da composição iônica da endolinfa.

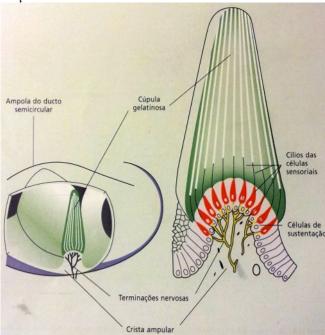


Fig 7. representação esquemática da ampola do ducto semicircular aberta e a crista ampular ampliada

- Nas máculas utricular e sacular e nas cristas das ampolas dos ductos semicirculares, essas três camadas sofrem um espessamento que provoca elevações características dessas áreas.
- O epitélio das cristas consiste em *células ciliadas* e de *sustentação*. As *células ciliadas* são sensoriais e identificam-se dois tipos, I e II.

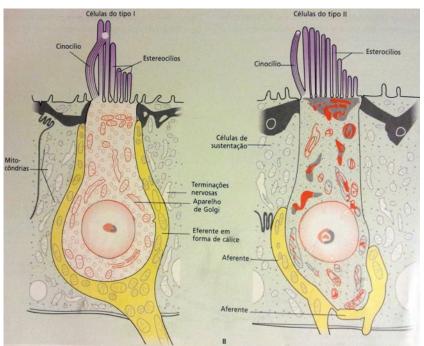


Fig 8. Representação esquemática das células sensoriais dos tipo I e II, do neuroepitélio das cristas ampulares e das máculas utricular e sacular.

- A cabeça livre dos dois tipos de células ciliadas contém de 40 a 100 *estereocílios*, obedecendo uma ordem polarizada em relação a um único e longo *cinocílio* fixo à superfície da célula.
 - Células ciliadas tipo I: aspecto piriforme, de base arredondada e colo curto, excetuando-se a
 extremidade livre, cada célula é rodeada por uma terminação nervosa do nervo vestibular em forma
 de cálice.
 - Células ciliadas tipo II: são cilíndricas e a parte basal está em contato com diversos botões sinápticos.
- As células ciliadas tipo I são consideradas como a variedade mais discriminativa. Os cálices derivam de fibras nervosas vestibulares de grande diâmetro e rápida condução; cada uma delas inerva um grupo localizado de células do tipo I. O mesmo não acontece com células do tipo II, que recebem botões de várias fibras nervosas vestibulares de pequeno diâmetro e cada uma delas inerva um grande número de células do tipo II distribuídas sobre uma área ampla.
- Células de sustentação: alongadas, providas de microvilos e apoiadas na lâmina basal. Os cílios das células ciliadas e os processos das células de sustentação projetam-se dentro de uma massa gelatinosa, em forma de abóboda, chamada *cúpula*. Essa massa é constituída principalmente de proteínas e polissacarídeos. Essa cúpula movimenta-se de um lado para outro por causa da corrente de endolinfa.
- As máculas utricular e sacular são formações que apresentam *células ciliadas* e de *sustentação* semelhantes àquelas das cristas ampulares, contudo a massa gelatinosa na qual os *estereocílios* se projetam é mais achatada e chamada membrana *otolítica*. Essa membrana contém concreções de carbonato de cálcio, chamados otólitos ou otocônias.
- O *ducto endolinfático* inicia-se na junção dos ductos utricular e sacular, formando aí uma dilatação conhecida como seio endolinfático e atravessa o aqueduto vestibular para terminar na abertura externa desse aqueduto onde se continua com o *saco endolinfático*. A parte distal do *saco endolinfático*, adjacente ao SS, está completamente dentro da dura-máter (Fig 6).

Endolinfa: preenche todas as partes do labirinto membranáceo. O volume de endolinfa circulante é 3μL. Trata-se de um líquido totalmente único, sem comparação com qualquer outro líquido do organismo, cuja sua composição é feita por Cl2-, bicarbonato, baixíssima concentração de Na+, proteína e altíssima concentração de K+. O pH da endolinfa é 7,4. O baixo nível de cálcio e o potencial endonuclear são extremamente importantes para o funcionamento normal também da cóclea. Pequenas mudanças no seu estado normal resultam na diminuição da sensibilidade auditiva.

Admite-se que a endolinfa é um produto de secreção de várias estruturas, como as células escuras do utrículo e dos ductos semicirculares, as células do plano semilunado das ampolas, as próprias células epiteliais especializadas e os vasos sanguíneos da estria vascular do ducto coclear. Também é aceito que a endolinfa circula no labirinto membranáceo e que é reabsorvida por células epiteliais especializadas do *saco endolinfático*, canalizando para o plexo vascular subjacente.

Inervação

)	nervo vestibulococlear	é dividido em	ramos vestibular e	coclear Og	ânglio ves	stibular tem duas	partes:
_	ner ve vestieureeereur	c ai i i ai ao ciii	i aiii ob i obtio aiai o	cocicui. C 5	angino voc	tioniai telli aaas	partes.

☐ Vestibular superior: supre os CSCs superior e lateral, bem como o utrículo.

☐ Vestibular inferior: inerva o CSC posterior e o sáculo

Vascularização

O suprimento sanguíneo aos órgãos vestibulares é feito pela artéria labiríntica (a. auditiva interna) que surge da artéria cerebelar (45%), a artéria cerebelar superior (24%), ou artéria basilar (16%). Existem dois ramos da artéria labiríntica; o primeiro, a artéria vestibular anterior supre as ampolas, utrículo superior e lateral e uma pequena porção do sáculo. O segundo ramo, a artéria coclear comum apresenta duas divisões: artéria coclear que supre a cóclea; e a artéria vestibulococlear com ramo coclear e vestibular posterior q supre a ampola posterior, maioria do sáculo, parte do utrículo e ampola superior e lateral.

FISIOLOGIA DO EQUILÍBRIO

O sistema vestibular é uma estrutura óssea no osso temporal q contem em seu interior estruturas membranosas, q são o sáculo, utrículo e os três canais semicirculares.

Labirinto = orelha interna

Porção óssea // perilinfa // porção membranosa // endolinfa

Anterior: cóclea (óssea) -> ducto coclear (correspondente membranoso)

Posterior: canais semicirculares -> ductos semicirculares

vestíbulo -> sáculo e utrículo

2 verticais: - Anterior ou superior

- Posterior

1 horizontal: - Horizontal ou lateral

Atuam aos pares: Laterais \rightarrow sensíveis à movimentação cefálica horizontal

Anterior + posterior oposto

→ sensíveis à movimentação em rotação

Posterior + anterior oposto para baixo e para cima

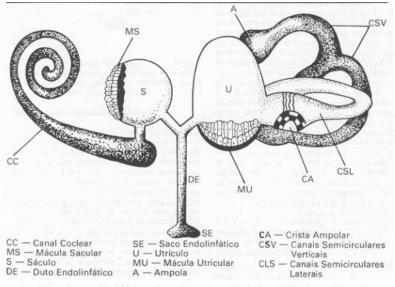


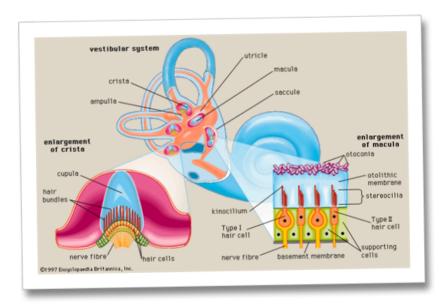
Figura 4. Desenho esquemático do labirinto menbranoso. Fonte: Tavares, Furtado, Santos. Fisiologia humana, 1984, p.111.

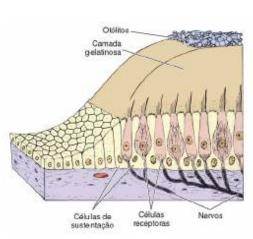
- → Cada canal possui uma ampola na sua extremidade, que tem uma crista ampular, onde estão as células ciliadas com função sensitiva. Nela se encontram vários estereocílios e 1 cinocílio envoltos por uma massa gelatinosa chamada cúpula. O comprimento do estereocílio decresce a medida que se distanciam do cinocílio. O deslocamento desses cílios permite a percepção do movimento.
- → Com o movimento da cabeça a endolinfa fica parada, deslocando a cúpula e consequentemente os cílios das células ciliadas. O mov dos estereocilios em direção ao cinocílio leva à excitação da célula, e em direção contrária leva a inibição celular por aumento do potencial de repouso.

- Nos canais laterais: o movimento da cabeça no plano horizontal, a corrente endolinfática no canal do mesmo lado do movimento é ampulípeta = na direção da ampola; no canal lateral oposto é ampulífuga = células são inibidas.
- → Nos canais verticais é o contrário: a corrente ampulífuga leva ao estímulo excitatório e ampulípeta, ao inibitório. Isso ocorre pela diferente localização dos cinocílios: nos canais laterais é proximal ao utrículo, nos canais verticais é distal.

O sistema otolítico

Localizados nas vesículas sáculo e utrículo, formados por uma membrana basal q sustenta as céls ciliadas, mergulhadas numa massa gelatinosa q contém mtos cristais de CaCO3 = otólitos. Esse conjunto é chamado mácula (conj de céls ciliadas e céls de sustentação q constitui a estrutura receptora). Assim existe a mácula sacular com sua membrana otolítica no sáculo, e a mácula utricular com sua membrana otolítica, no utrículo. A mácula sacular apresenta-se em posição vertical e a utricular em posição horizontal. Nos pólos inferiores das células sensoriais, encontram-se células nervosas formando sinapses.





Mecanismo de estimulação-transdução

Quando a cabeça está em posição vertical, a mácula utricular estará em posição horizontal e em repouso, não havendo estimulação efetiva, sem forças tangenciais atuando sobre eles. Nesse caso, ocorre uma descarga de impulsos, espontânea, de repouso, nos axônios que se ligam as células sensitivas. Na mácula sacular, devido a sua posição verticalizada, estará ocorrendo uma estimulação efetiva, porque os otólitos atraídos pela força gravitacional provocam deslocamento das membranas otolíticas.

Conforme a posição da cabeça existirão células estimuladas positivamente (deslocamento dos estéreo em direção aos cino) e células estimuladas negativamente (deslocamento dos estereos em relação aos cino). No primeiro caso, a frequencia de descarga de impulsos nos axônios será maior do que a frequencia de repouso e, no segundo caso, a frequencia será menor que a der epouso.

Todas as posições da cabeça podem ser captadas pelos axônios das máculas, que enviam essas informações a várias localizações cerebrais, provocando movimentos reflexos que permitem adaptação da posição do tronco e dos membros com relação a posição da cabeça, mantendo, assim, o equilíbrio.

Os órgãos otolíticos não detectam modificações na posição da cabeça, eles assinalam a posição atual da cabeça, não apresentando praticamente o fenômeno de adaptação, como a maioria dos outros órgãos sensoriais. Se alguma adaptação ocorrer pode ser devido alterações neurais.

Quando, por exemplo a cabeça é girada para a direita a corrente ampolípeta será no canal horizontal direito e esta determinará um deslocamento da cúpula em direção ao utrículo. Isso acarretará um deslocamento dos estereocílios em direção ao cinocílio, pois este está colocado em direção ao utrículo nos canais horizontais, sendo sua posição contrária nos canais verticais. O SNC, quando a cabeça gira para a direita, recebe freqüência de descarga maior dos receptores vestibulares desse lado e menor do lado oposto, interpretando que realmente a cabeça girou para a direita. Quando o movimento é mantido, a velocidade da endolinfa é a mesma que a das estruturas dos canais, não havendo estimulação. Ao parar bruscamente o movimento para a direita, a corrente ampulópeta será do lado esquerdo, com estimulação positiva desse lado. Do lado direito, a corrente ampulífuga, havendo estimulação negativa.

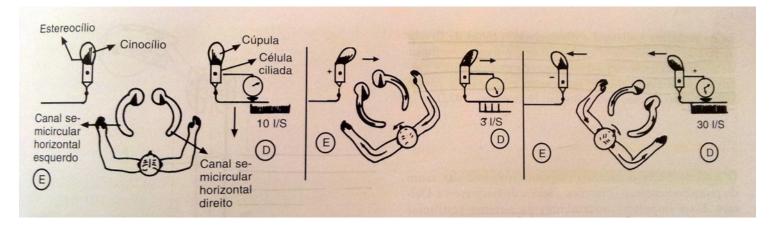
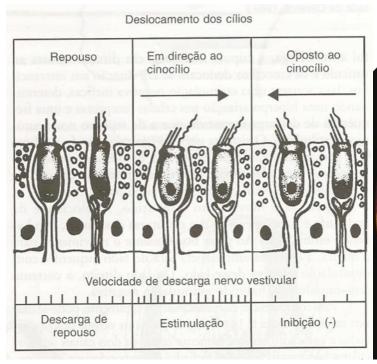
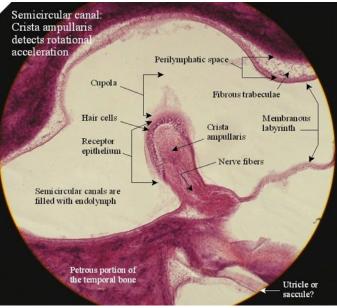


Fig 11: imaginando-se os nossos braços curvados e colocados horizontalmente como os dois CSC horizontais, as mãos fechadas corresponderiam às ampolas onde estão as cristas. Os braços seriam canais cheios de líquido. Ao deslocar-se a cabeça para a direita e os braços conjuntamente, fica fácil imaginar que, pela inércia, o líquido do braço direito se deslocará em direção à mão (estímulo positivo) e, no braço esquerdo, o líquido se deslocará em sentido contrário à mão (estímulo negativo).

Adaptação

Com a cabeça em repouso, existe uma freqüência de descarga espontânea de equilíbrio que é baixa. Quando um animal é colocado num aparelho rotatório, a freqüência de descarga desses potenciais aumenta no início da rotação, para logo em seguida diminuir até voltar à freqüência de repouso, havendo assim uma adaptação. Isso ocorre porque durante a rotação em velocidade constante a endolinfa tem a mesma velocidade que o canal semicircular, não havendo estimulação e deslocamento da cúpula. Quando a rotação cessa, os axônios que tinham aumentado a freqüência de descarga agora diminuem essa freqüência até um número menor do que a de repouso. Do lado oposto, as variações das freqüências de descarga serão exatamente de natureza oposta.





Estrutura dos canais semicirculares

São três canais cheios de endolinfa, em posições perpendiculares entre si.

Canal horizontal: não ocupa essa posição com a cabeça em posição normal, pois apresenta um ângulo de 300° em relação ao plano horizontal, aberto anteriormente, ficando a ampola discretamente desviada para cima.

As cristas são estimuladas por acelerações angulares de no mínimo 1(grau) por segundo, daí ocorrendo reflexos estatocinéticos para regulação da postura.

Todas as posições da cabeça podem ser captadas pelos axônios das máculas, que enviam essas informações a várias localizações cerebrais, provocando movimentos reflexos que permitem adaptação da posição do tronco e dos membros com relação a posição da cabeça, mantendo, assim, o equilíbrio.

Os órgãos otolíticos não detectam modificações na posição da cabeça, eles assinalam a posição atual da cabeça, não apresentando praticamente o fenômeno de adaptação, como a maioria dos outros órgãos sensoriais. Se alguma adaptação ocorrer pode ser devido alterações neurais.

VIAS VESTIBULARES

As fibras nervosas aferentes q provem das cristas ampolares ou das máculas otolíticas atingem a cavidade craniana pelo CAI, onde encontram os corpos celulares bipolares formando o gânglio vestibular ou de Scarpa. Essas fibras vão formar a porção vestibular do oitavo nervo craniano q, unindo-se a porção coclear, dirigem-se aos núcleos bulbares seguindo o mesmo trajeto. As fibras seguem até os núcleos vestibulares bilaterais localizados no bulbo próximo à linha média em relação ao quarto ventrículo, inferiormente, são os núcleos vestibulares bulbares de Deiters, Schwalbe, Bechterev, Roller, Brodal. Nesses núcleos encontramos as céls do segundo neurônio vestibular que é um neurônio de associação com os núcleos oculomotores, medulares neurovegetativos, completando o arco reflexo vestibuloefetor, muscular ou neurovegetativo.

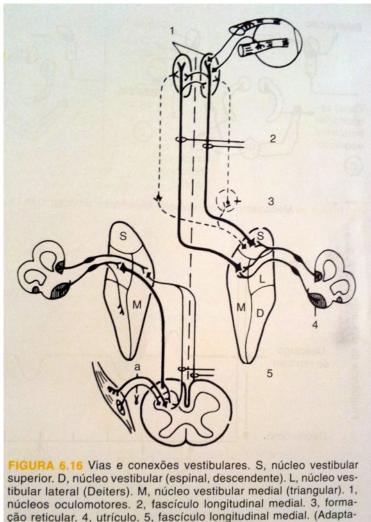
Fibras nervosas aferentes (crista ampolar + máculas) → Gânglio de Scarpa (via CAI) → núcleos vestibulares (bulbo) → 2º neurônio

CONEXÕES VESTIBULARES

Conexões oculomotoras (vias vestibuloculomotoras): A projeção do estímulo vestibular aos núcleos oculomotores produz a coordenação dos olhos com a posição da cabeça e do corpo no espaço. Ex: o aumento da freqüência de descargas na crista ampolar é transmitido aos núcleos oculomotores contralaterais, pois as fibras que saem dos núcleos vestibulares cruzam a linha média antes de alcançar o núcleo do nervo craniano motor ocular comum (terceiro) e do nervo abducente (sexto). Conexões medulares (vias vestibuloespinhais): As fibras vestibulares descendentes, partindo em gde parte do núcleo de Deiters, transmitem impulsos aos neurônios primários da medula. A maioria dessas fibras integra o fascículo longitudinal médio, constituindo o trato vestibuloespinhal lateral. As fibras cruzadas terminam na região cervical, e as diretas continuam por toda medula. Essas estruturas regulam o tônus muscular do pescoço, tronco e extremidades de ambos os lados. Ex: o aumento da freqüência de descarga nas células receptoras da crista do canal horizontal de um lado determina a transmissão do impulso até os núcleos dos nervos espinhais, aumentando o tônus da musculatura extensora ipsilateral e diminuindo o tônus da flexora através de interneurônio. A lesão de um sistema vestibular de um lado determinará a diminuição do tônus extensor ipsilateral, provocando desvios na postura e na marcha para o lado lesado.

Conexões cerebelares: o cerebelo recebe o estímulo proprioceptivo vestibular, tanto do primeiro neurônio como dos núcleos de Bechterew e Deiters, desse modo, pela via cerebelo-vestíbulo-núcleo de Deiters espinal, o cerebelo mantém o tônus muscular adequado para conservar o equilíbrio e os movimentos.

Conexões neurovegetativas: se fazem com o núcleo vegetativo hipotalâmico, a substância reticular bulbar e mesencefálica e com o núcleo pneumogástrico (vago). São responsáveis pelas manifestações neurovegetativas como náuseas, vômitos, palidez, sudorese e da crise labiríntica.



ção reticular. 4, utrículo. 5, fascículo longitudinal medial. (Adaptada de Oliveira, 1989.)

RESPOSTAS REFLEXAS À ESTIMULAÇÃO VESTIBULAR

A estimulação do sistema vestibular com água quente ou fria (prova calórica) ou com rotação do corpo (prova rotatória pendular) provoca vários tipos de respostas reflexas, podendo ocorrer nistagmo, desvios corporais e manifestações neurovegetativas em pessoas normais. Quando há lesão de um dos sistemas vestibulares, também podem ocorrer essas respostas reflexas porque o processo ocorre como se o sistema vestibular não estivesse sendo estimulado, pois sua frequência de descarga de repouso é maior em relação ao lado lesado. Desse modo, as manifestações de vertigem e nistagmo em direção ao lado são, desvios e queda em direção ao lado lesado e, ainda, manifestações neurovegetativas constituem os sintomas e sinais de doença vestibular.

Músculos do olho: nistagmo

O aumento do tônus dos músculos do olho, reto lateral do lado oposto estimulado, provoca um desequilíbrio de tônus em relação aos músculos antagonistas e os dois olhos são desviados conjugadamente para o lado oposto ao estímulo, lentamente. Esse desvio de origem vestibular comprende a fase lenta do nistagmo e corresponde a um movimento compensatório dos olhos para reter o campo do último olhar, oposto ao movimento da cabeça. É um mecanismo protetor, retendo o sistema nervoso a orientação do meio ambiente. A volta do olho em sentido contrário constitui a fase rápida do nistagmo. A direção do nistagmo é dada por essa componente rápida. A mesma ação do exemplo acima pode ser obtida estimulando-se com água quente o canal horizontal direito de um paciente em decúbito dorsal com a cabeceira elevada de 30° em relação ao plano horizontal.

Músculos espinais: desvios posturais e da marcha

O aumento do tônus dos músculos extensores dos segmentos do corpo do lado do estímulo provoca desequilíbrio em relação ao tônus dos músculos do lado oposto. Isso pode determinar a queda do indivíduo para o lado contrário ao estímulo, bem como desvios da marcha para esse lado.

Núcleos vagais: manifestações neurovegetativas

Os impulsos provenientes dos receptores vestibulares podem determinar estimulação dos núcleos vagais, provocando reações neurovegetativas, como náusea, vômito, queda de pressão, sudorese, diarréia.